Aelteste Donauschotter

auf der Strecke

Immendingen—Ulm.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen naturwissenschaftlichen Facultät der Universität Tübingen

vorgelegt von

Wilhelm Dietrich

aus Senden.

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1904.

Aelteste Donauschotter

auf der Strecke

Immendingen—Ulm.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen naturwissenschaftlichen Facultät der Universität Tübingen

vorgelegt von

Wilhelm Dietrich

aus Senden.

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1904.

Von der Facultät angenommen am 17. December 1903.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Aelteste Donauschotter auf der Strecke Immendingen—Ulm.

Von

Wilhelm Dietrich aus Senden.

Mit Tafel I und II und 5 Figuren im Text.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Die bisherigen Ansichten über die Quarz- und Quarzitgerölle	1— 4
Die alten Gerölle der Ulmer Alb insbesondere	4— 9
Zusammensetzung der alten Gerölle	9—15
Lagerungsverhältnisse der alten Gerölle	15—24
Höhenlage der Quarzgerölle	24—29
Das Alter der Gerölle	29—31
Die Lage der pliocänen Donau	31—36
Überblick	36—38
Verzeichnis der benützten Literatur	38—39

Die bisherigen Ansichten über die Quarz- und Quarzitgerölle.

Auf fünf Atlasblättern, Tuttlingen, Fridingen, Riedlingen, Blaubeuren und Ulm, hat die geologische Specialkarte von Württemberg als „Quarzgerölle", „Quarzitgerölle" (Dq) eine Ablagerung ausgeschieden, mit deren Alter und Herkunft sich auch die Begleitworte beschäftigen. Die Genauigkeit der Darstellung der einzelnen Vorkommnisse auf der Karte, die wir Hildenbrandt verdanken, ist bewundernswerth; es liessen sich neue Vorkommnisse nicht finden; lediglich konnte ein grösserer Umfang der verzeichneten und das Vorhandensein versprengter Gerölle auch auf Blatt Ebingen, Ehingen, sowie Riedlingen nachgewiesen werden. Auf Blatt Ulm sind sie im Jahre 1866

von O. Fraas[1] beschrieben und als „Quarzitgerölle“ von dem „alpinen Gerölle“ (= fluvioglaciale Schotter der Iller-Lechplatte am Südrande des Blattes) unterschieden worden. Auch die Quarzitgerölle stammen aus den Alpen. „Ob beide Arten von Geröllen einer und derselben Periode angehören oder der Zeit nach auseinanderfallen, darüber kann noch kein Urtheil gefällt werden.“ Dass die Gerölle hier etwas modificirt erscheinen und thatsächlich alpine Bestandtheile enthalten, wird die specielle Beschreibung darlegen. Die Bemerkungen in den übrigen Begleitworten rühren von Quenstedt her; über die Gerölle auf Blatt Blaubeuren, auf die er da und dort immer wieder zurückkommt, äussert er sich ausführlicher[2]. Er hält sie für „Vorläufer der Gletscherzeit“, d. h. für Gebilde, die wir jetzt in das System des Deckenschotters einreihen. Sie sind Reste des älteren Deckenschotters Oberschwabens. Ihr hauptsächlicher Verbreitungsbezirk ist hier auf den Höhen des Blauthales und sie sind es, welchen auch andere Forscher ihre Aufmerksamkeit gewidmet haben. So Engel in seinem Aufsatze „Über die jurassische Nagelfluhe auf der Ulmer Alb“[3], wo er sich für den glacialen und alpinen Charakter der Gerölle ausspricht („sie haben mich, so oft ich sie sah, recht gletscherhaft angemuthet“). Später[4] fasst er sie als fluvioglaciale Schotter der Jungmoränen des Rheingletschers, also als Äquivalente der Niederterrasse im Alpenvorlande, auf. In der 2. Auflage des „Wegweisers“ schliesst er sich an v. Branco[5] an, der, in seiner Übersicht über das schwäbische Diluvium, zu der Ansicht neigt, dass es sich um jungtertiäre Gerölle handle, „vielleicht um die an Ort und Stelle gebliebenen Überreste zerstörter Schichten, welche hier auf dem Jura und anderen Tertiärschichten auflagerten. Der Grimmelfinger Meeressand hat freilich nur Quarzkörner von Hagelkorngrösse; das schliesst jedoch nicht aus, dass nicht an anderen Orten grössere Quarzgerölle abgelagert sein konnten.“

[1] O. Fraas, Begleitworte. p. 14.

[2] Quenstedt, Begleitworte zu Blatt Blaubeuren. p. 20.

[3] Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. 1882. p. 73, und auch Geogn. Wegweiser. I. Aufl. 1883. p. 293.

[4] Schwabenalb. 1897. p. 178.

[5] v. Branco, Vulcanembryonen. 1894. p. 65.

Von den auf das Oberamt Ulm entfallenden Ablagerungen sagt E. Fraas[1]: „Sie stammen offenbar von der ältesten und nach Penck am weitesten ausgedehnten Ablagerung der Gletschergebilde, welche als Deckenschotter bezeichnet wird.“ Herrschen über das Alter einige Meinungsverschiedenheiten, so stimmen bezüglich der Natur und Herkunft der Quarzgerölle Engel, die beiden Fraas und Quenstedt vollkommen überein; es handelt sich um alpine Kiesmassen fluvioglacialen Ursprungs. Wie wir es uns zu erklären haben, dass dieselben auf der Höhe der Südostabdachung der Alb liegen, darüber äussert sich bestimmt nur E. Fraas (l. c. p. 286): „Es ist interessant, dass diese Geschiebe so weit im Norden noch in einer Höhe von über 100 m über dem Thal sich finden, denn sie beweisen uns, dass die Erosion des Donauthals in jener Zeit noch keineswegs die Tiefenlage hatte wie heute, sondern dass das Thal mindestens 100 m höher lag, eine Erscheinung, welche auch mit den übrigen Beobachtungen am Deckenschotter Oberschwabens übereinstimmt.“ Quenstedt hebt mehr die Schwierigkeiten einer Erklärung heraus, als dass er eine solche giebt, wenn er schreibt[2]: „Dass die Dinge bei Hausen etc. gerade die höchsten Kuppen decken, fällt so auf, und wie kamen sie über die tiefe Thalschlucht der Blau? Hingen die minder bedeutenden Lager[3] südlich um Gleissenburg und auf Hülen einst damit zusammen? Man fühlt sich geneigt, das Illerthal als die Transportstrasse anzusehen.“ Was die Herkunft der Gerölle anbetrifft, so äussert sich Engel[4] darüber gelegentlich folgendermaassen: „Sie stammen möglicherweise von einem in die Tiefe gesunkenen Gebirge, welches zur Eocänzeit sich an Stelle der heutigen Alpen befand[5].“

[1] E. Fraas, Beschreibung des Oberamts Ulm. 1. Bd. 1897. p. 286.

[2] Quenstedt l. c. p. 20.

[3] Das ist nicht ganz richtig. Das Lager „auf Hülen“ ist mindestens ebensomächtig wie die auf der linken Seite der Blau.

[4] Wegweiser. 1896. p. 423.

[5] Ähnlich sagt v. Gümbel (Geognost. Beschreibung von Bayern. Bd. 1. 1861. p. 795) von dem Quarzgeröll der Donauhochebene zwischen Passau und Regensburg: „Die grössere Masse muss aber einen anderen Ursprung (als den aus dem bayerischen Walde) haben. Wir deuten hier wiederholt auf jenen Urgebirgsrücken hin, dessen Zug früher einmal vom bayerischen Walde quer zu den Alpen gerichtet gewesen sein mag und dessen Zertrümmerung reiches Material für die diluviale Zeit liefern konnte.“

Betonten zwar auch Engel, O. Fraas und Quenstedt den ausgesprochenen Unterschied gegen echt alpine Schotter, so machte doch erst Koken[1] auf Keupersandsteine in den Quarzgeröllen von Sonderbuch, Oberschelklingen etc. und das scheinbar alpine Material über Schelklingen aufmerksam. Nach Koken sind die Gerölle jungpliocän; sie entsprechen dem Deckenschotter der ersten Eiszeit. Bei Gelegenheit der Besprechung der Penck und Haag'schen Studien über die Thalgeschichte der obersten Donau weist Koken kurz auf die Möglichkeit einer Deutung als Stauschotter der Donau während der Haupteiszeit hin; hierauf ist später zurückzukommen.

Ich habe nun auf Vorschlag von Herrn Prof. Dr. Koken die Gerölle einer neuen Untersuchung unterzogen, deren Ergebnisse ich mir im Nachstehenden vorzutragen erlaube. Sie bestehen kurz in Folgendem:

1. Die Quarzgerölle sind fluviatil; es sind Donauschotter.
2. Sie stammen aus dem Schwarzwalde.
3. Sie sind von dem älteren Deckenschotter Oberschwabens getrennt zu halten.
4. Sie sind älter als der ältere Deckenschotter und gehören nicht in das System der Quartärschotter, sondern zu dem der sogen. Neogenschotter.

Herrn Prof. Dr. Koken, meinem hochverehrten Lehrer, bin ich für vielfache Unterstützung und Anregung zu grösstem Danke verpflichtet. Ebenso möchte ich auch Herrn Privatdocent Dr. Plieninger danken, welcher mich auf einige Punkte aufmerksam machte.

Die alten Gerölle der Ulmer Alb.

Ohne vorerst näher in Einzelnheiten einzugehen, möchte ich einige allgemeine Bemerkungen über die Quarzgerölle, Quarzitgerölle, alpinischen Kieslager, alpinen Geschiebe, alpinen Schutt, Geröllmoräne, oder wie man sonst noch diese Ablagerungen bezeichnet hat, vorausschicken und mich zunächst gegen die angeführten bisherigen Anschauungen wenden. Wenn man die Blauthalhöhenschotter, wie die isolirten Vor-

[1] Koken, Beiträge zur Kenntniss des schwäb. Diluviums. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XIV. 1901.

kommnisse auf Blatt Ulm und Blaubeuren mit einem zusammenfassenden, aber ganz indifferenten Namen heissen mögen, als Reste einer einheitlichen Decke auffasst, so greift man damit zur Annahme einer Topographie, wie sie mit Beginn der Glacialzeit nicht mehr vorhanden gewesen sein konnte. Das Vorhandensein des Blauthals schon zu Beginn der Diluvialperiode ist durch den Nachweis eines altglacialen Donaulaufes in ihm festgestellt. Mit anderen Worten, man weist mit obiger Annahme den diluvialen Charakter der Quarzgerölle überhaupt von der Hand und verweist sie in das Tertiär. Nun könnte man ja, will man in ihre alpine Herkunft keinen Zweifel setzen, in ihnen Rückstände einer allerältesten Eiszeit erblicken, welche sich gleichsam auf der Höhe des Jura in die Jetztzeit herübergerettet haben. Allein man wird wegen ihnen kaum zur Annahme einer noch älteren Vereisung als derjenigen, der wir den älteren Deckenschotter zuschreiben, greifen wollen. Letztere, von Penck als die Günzeiszeit oder das Günzian bezeichnet, ist jetzt als die erste und älteste erkannt. Eine Prüfung der Verhältnisse des älteren Deckenschotters auf dem Alpenvorlande an Hand der von Penck gegebenen ausführlichen Darstellung[1] hat mich zu der Überzeugung gebracht, dass wir dieser Günzeiszeit unsere Gerölle nicht zuschreiben können. Die Quarzgerölle sind dem Niveau und der Zusammensetzung nach etwas anderes als der ältere Deckenschotter. Es ist hier nicht der Platz für eine eingehende Darlegung; die wesentlichsten Punkte finden sich an einer späteren Stelle angeführt (p. 29); im übrigen verweise ich auf Penck.

Die Annahme einer neuen Vergletscherung muss noch discutirt werden. In der Geröllablagerung auf dem Eselsberg bei Ulm hat man eine Moräne zu erblicken geglaubt. Im Naturaliencabinet in Stuttgart liegen die Gerölle unter der Etiquette: „Geschiebe aus der alten Quarzitgeröllmoräne am Eselsberg," und Engel sagt im „Wegweiser" (1. Auflage 1883): „sie können kaum anders als durch Eis auf diese Höhen gebracht worden sein." Der fränkische Jura bietet bei Ingol-

[1] A. Penck u. E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. 1. Lieferung. 1901. p. 27 ff.

stadt ein ganz auffälliges Analogon zu unserem Gebiet. Hier wie dort floss die älteste Donau auf der heutigen Höhe des Jura. Ihr streckenweiser Austritt aus demselben vollzog sich erst in jüngerer Zeit. Nun hat bemerkenswerther Weise H. Thürach[1] bei Treuchtlingen nördlich Ingolstadt auf der Höhe des fränkischen Jura erratische Kiesel gefunden, die wir zwar nicht mit unseren identificiren, aber doch parallelisiren können[2]. Sie drängen ihm den Gedanken an einen grossen Gletscher auf, der weit hinauf den fränkischen Jura überdeckte. Da anderweitige Beobachtungen fehlen, so hält Thürach selbst diesen Gletscher für hypothetisch. Ebenso hypothetisch wäre der Gletscher in unserer Gegend; wir hätten für sein Vorhandensein keine anderen Beweise als die Quarzgerölle auf der Linie Immendingen—Ulm. Ich schliesse mich dem Urteile Penck's (l. c. p. 49) über die Existenz des Thürach'schen Gletschers als auch für unser Gebiet maassgebend an: „Wir sind auf der Höhe des Jura 70 km von den nächsten deutlichen Spuren alter alpiner Gletscher entfernt, und im Zwischengebiet habe ich auf dem Alpenvorlande auch nicht die geringste Erscheinung gefunden, die auf frühere Gletscherwirkungen deutete. Das spricht nicht für eine solche Annahme." Da es somit nicht angeht, die Blauthalhöhenschotter dem älteren Deckenschotter oder einem Gletscher, welcher zeitlich vor dem Günzian rangiren würde, zuzuweisen, so bleibt noch die von v. Branco ausgesprochene Möglichkeit offen. v. Branco hält die Gerölle für Relicte marinen Miocäns. Gewiss wäre man berechtigt, diese als selbständige Formation anzusprechen und im Schichtenprofil als Hangendes des sie meist unterlagernden untermiocänen Süsswasserkalkes zu bezeichnen. In der Strandzone des Molassemeeres konnten sich die heterogensten Dinge auf engem Raume ablagern, und der Zusammenhang mit den Grimmelfinger Sanden[3] wäre nicht

[1] H. Thürach: Über ein Vorkommen von Geschieben alpiner Gesteine bei Treuchtlingen nördlich des fränk. Jura. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1898. p. 623.

[2] Es handelt sich um alpine Radiolarienkiesel und krystallinische Rollsteine des Grundgebirges.

[3] Man hat den Grimmelfinger Sand früher für diluvial gehalten, später dem Miocän zugewiesen. Neuerdings hält ihn Schütze (Jahrhefte 1903.

von der Hand zu weisen, würden nicht die thatsächlichen Verhältnisse diese Vermuthungen als müssig erweisen. Es liegen die Quarzgerölle discordant dem Tertiär auf: am Hochsträss bildet an einigen Punkten der marine Graupensand und am Teutschbuch (Emerberg) der *Sylvana*-Kalk die Unterlage!

Wollen wir doch einen Anschluss an das tertiäre Schichtenprofil zu gewinnen suchen, so müssen wir gewisse, im NO. der bayerischen Hochebene an der Donau auftretende Ablagerungen ins Auge fassen, welche v. Gümbel[1] unter dem Namen „Oberes Quarzgeröll" zusammengefasst hat. „Es sind namentlich im Osten fast rein aus weissen Quarzrollsteinen zusammengesetzte und stellenweise durch krystallinische Kieselmasse zu einem äusserst festen Gestein verkittete Schotter- und Conglomeratlagen, welche von der Miocänzeit hinüber zur pliocänen leiten. Solche ganz fremdartige Gebilde sitzen hier oft wie Hauben auf den sonst aus miocänem Untergrunde aufgebauten Hügeln." „Wegen der Armuth an organischen Einschlüssen bleibt es einigermaassen ungewiss, ob wir in diesem Gebilde eine echte Pliocänablagerung oder noch einen aus der jüngsten Zeit des Miocän stammenden Absatz vor uns haben." Thatsächlich stecken im „Oberen Quarzgeröll" verschiedenaltrige Bildungen; eine genauere Parallelisirung mit unseren Geröllen habe ich in dem Abschnitte über das Alter der Gerölle versucht; hier können wir vorläufig an dem Gümbel'schen Satze festhalten, dass die Gerölle vom Miocän in das Pliocän hinüberleiten.

Koken (l. c. p. 153) hat darauf hingewiesen, dass sich vielleicht aus den eigenartigen Verhältnissen, die durch die Übergriffe des Gletschers in der Haupteiszeit an der Donau zwischen Sigmaringen und Ehingen geschaffen wurden, für unsere Gerölle eine Erklärung ableiten lasse. Durch ihn sind

p. LVI) für umgelagert, Rollier (cf. Centralbl. f. Min. etc. 1900. p. 89) für eine Anlagerung an das Tertiär. Bei Anselfingen im Hegau lagerte „Grimmelfinger Graupensand" mit Haifischzähnen unter den Kirchbergschichten (Schalch, Mitth. bad. geol. Landesanst. 1894). Das spricht nicht für obige Annahmen.

[1] v. Gümbel, Geologie von Bayern. 2. Band. 1894. p. 66, 369, 381 etc.

die leitenden Gedanken ausgesprochen worden. Haag[1] hat dieselben in mehreren Arbeiten verwerthet. Aber den Folgerungen, zu denen er im Gebiete der obersten Donau gelangt, ist von Penck[2] und Gugenhan[3] widersprochen worden. Durch die vorliegende Arbeit, welche einen Theil der Gerölle der Tuttlinger Gegend für sich in Anspruch nimmt, werden sie in keiner Weise berührt. Aber wir können sie zur Erklärung der Blauthalhöhenschotter, welche bei Hausen rund 175 m über der Thalsohle liegen, auch nicht annehmen. Durch meine Beobachtungen zwischen Mengen und Ehingen bin ich vielmehr mit Gugenhan zu der Überzeugung gekommen, dass die Bedingungen, welche zu einer Aufschüttung der Schotter bis über 700 m Höhe im Blauthal hätten führen können, auch während der stärksten Gletscherblockade nicht gegeben waren. Im Schelklinger Kessel hat es zwar den Anschein, als sei der ganze Kessel einst mit Schotter glatt ausgestrichen gewesen und habe letzterer selbst noch über seine Wandung transgredirt, so dass also die Hausener Gerölle etc. als Transgressionsschotter anzusprechen wären. Moränenartiger Schutt am Gehänge liesse noch an den Einfluss eines localen Barragegletschers denken. Allein die am Gehänge klebenden Schottersporaden sind wie die Hausener Decke älter als der Kessel: sie stammen von dieser her und wurden bei der Entstehung des Kessels in ihre tiefere Lage gebracht (cf. p. 22). Gewiss nahm während der maximalen Eiszeit der hochgehende Donaufluss seinen Weg durch das Kirchenthal („Nothauslass“ Gugenhan's) und setzte auch sein einstiges Thal, wo bereits die Schmiechen als Gegenfluss zu rinnen begann, nordwärts bis ins Allmendinger Ried und zum Schmiecher See unter Wasser. Damals entstanden die von Blatt Ehingen und Riedlingen mit $D\varepsilon$ = „Jura- und Alpines Gerölle“ bezeichneten Schotterablagerungen, die uns z. B. links der Donau bei Berkach im Schmiechenthal, und südlich Schloss Mochenthal im Buchthal entgegentreten. Sie gehören zum System der Hochterrasse, sind lange Zeit verkannt worden, so von Hildenbrandt und

[1] Haag, Jahreshefte 1902. p. 1, Neues Corresp.-Bl. f. Gelehrten- u. Realschulwesen 1902. Heft 10.

[2] Penck, Alpen im Eiszeitalter.

[3] Gugenhan, Jahreshefte 1903. p. 239.

Knickenberg[1]; Penck[2] und Gugenhan[3] haben ihr richtiges Alter erkannt.

Indem ich nun die Blauthalhöhenschotter mit den Quarzgeröllen auf Blatt Fridingen, Tuttlingen und Schwenningen verknüpft habe, bin ich zu einer neuen Auffassung gelangt, die von den bisherigen erheblich abweicht. Ich halte die Gerölle für die Reste der ältesten Donauschotter, welche uns über die Lage des Flusses zur Pliocänzeit einigen Aufschluss zu geben vermögen. Wenn es gelingt, die Zusammengehörigkeit und Einheitlichkeit aller Dq-Vorkommnisse festzustellen, so werden wir an dem danubischen und nicht alpinen Charakter auch der im Bereich alpiner Gletscher liegenden Gerölle (Dq auf Blatt Riedlingen und Ulm[4]) nicht mehr zweifeln können. Zu diesem Zwecke untersuchen wir die Zusammensetzung, äussere Form und Beschaffenheit, die Erscheinungsweise, sowie das Niveau der Gerölle.

Zusammensetzung der alten Gerölle.

Wo immer wir auch die Gerölle näher ins Auge fassen, bestehen sie zum weitaus grössten Theil aus reinen Quarzen von Faust- bis Haselnussgrösse. Es ist dies ein Zug, den wir in geradezu auffallender Weise bei alten Schotter- und Geröllablagerungen der verschiedensten Gegenden immer wiederkehren sehen. Die Quarze haben auch den Ablagerungen den Namen gegeben. Nächst ihnen kommen die sogen. Quarzite, die für alle unsere Vorkommnisse ein sehr charakteristisches und leicht kenntliches Element sind. Sie sind hart, von charakteristischer brauner und dunkelblauer Farbe, feinsplitterig, und zerspringen beim Zerschlagen oft sehr regelmässig und leicht nach ebenflächigen Richtungen. Sie können geradezu zur Erkennung der alten Gerölle dienen, wo die Quarze allein wegen in der Nähe befindlicher alpiner Schotter versagen würden. In den Geröllen auf den Tuttlinger Höhen scheinen sie über die weissen Quarzkiesel vorzuherrschen.

[1] Knickenberg, Die Nordgrenze des ehemaligen Rheingletschers. Jahreshefte 1890.

[2] Penck, Alpen im Eiszeitalter. p. 399.

[3] Gugenhan, l. c. p. 247.

[4] Vergl. auch p. 35, Anmerkung 1.

Glimmerquarzite (mit hellem Glimmer) von weisser Farbe kommen in den Wippinger, Dietinger und Eselsberggeröllen vor. Z. Th. sind es wohl Sandsteine. Die Sandsteine bilden einen weiteren wichtigen Bestandtheil; es sind Quarzsandsteine von eisenschüssiger, rother oder gelber und weisser Färbung, zweifellose Buntsandsteine, Keupersandsteine und Rhätsandsteine, die nur von der Südostabdachung des Schwarzwaldes stammen können. Auf Blatt Tuttlingen giebt sie Haag vom Konzenberg an, ich fand sie auch in der Ablagerung östlich Wurmlingen und auf den Höhen über Beuron; bei Schelklingen hat Koken schon Keupersandsteine constatirt; bei Dietingen, Wippingen etc. sind sie ebenfalls vorhanden. Am Eselsberg bei Ulm grub ich aus der Lehmhaube ein fast kopfgrosses Geröll von Hauptbuntsandstein. Was sonst noch an Gesteinen vorkommt, spielt quantitativ neben den fast aus reiner krystallisirter Kieselsäure bestehenden Elementen eine untergeordnete Rolle. Sehen wir von den jurassischen Flintsteinen ab, die, an Ort und Stelle entstanden, vielfach oberflächlich mit den Quarzen zusammenliegen, so finden sich doch in den Kieslagern selbst da und dort vereinzelte, gerollte Feuer- und Hornsteine; erstere mögen jurassisch sein; letztere leiten wir aus dem Muschelkalk ab. Bei Dietingen fand ich oolithische Feuersteine und gelben Hornstein mitten im Kieslager. Von Tuttlingen erwähnt sie auch Haag. Kalke fehlen gänzlich. Als grosse Seltenheit, und nur in den Geröllen der Ulmer Alb, kommen auch zweifellos alpine Gesteine vor. Engel[1] giebt von Sonderbuch und der Gleissenburg alpine Kalke und granitisches Gestein an. Ich selbst fand nur ein einziges Mal auf einem Lesesteinhaufen bei Wippingen einen Alpengranit, in den Geröllen „auf Hülen“ Molassesandsteine, auf dem Eselsberg Quarzitschiefer; vielleicht sind auch die Glimmerquarzite alpin. In dem Belegmaterial[2] zu den Atlasblättern Ulm und Blaubeuren ist unter den Geröllen nicht ein einziges alpines Gestein. Nur unterhalb Ulm, auf den niederen Höhen (bei 560—570 m) über Thalfingen und Göttingen stiess ich häufiger auf harte Horn-

[1] Engel, Jahreshefte 1882. p. 73, Anmerkung.
[2] Geologisches Institut, Tübingen.

blendegesteine (Hornblendeschiefer und auch Diorit). Man wird diesen wenigen alpinen Gesteinen keinerlei Bedeutung zumessen können. Auf welche Weise sie freilich unseren Geröllen beigemischt wurden, darüber bin ich etwas in Verlegenheit; vielleicht durch gelegentliche Hochfluthen der Iller; vielleicht blieben sie als Strandgerölle des Molassemeeres auf der Alb liegen[1]. Obermiocäne Schichten kamen in diesem Gebiet ja nicht zum Absatz. Übrigens sind auf der Höhe der Schwäbischen Alb und des Fränkischen Jura da und dort schon einzeln liegende Findlinge des Grundgebirges gesammelt worden[2].

Alle Beobachter haben übereinstimmend die ganz auffällige Verschiedenheit von Dq gegenüber echt alpinem Kies constatirt und jeder Vergleich mit dem kaum 10 km entfernt in den Illerholzstöcken liegenden Deckenschotter, oder dem an der Rottum, bestätigt dieselbe. Dass in gewissen Theilen grosse Ähnlichkeit zwischen beiden Schottern herrschen kann, soll nicht geleugnet werden. Ich citire hier, was Quenstedt[3] über eine solche Localität sagt: „Als wir in Reinstetten in der Rottum über die einförmigen Höhen streiften, ragten die alpinen Kiese wie Kartoffeln aus der Ackerkrume hervor, aber so viel wir auch entzwei schlugen, alles waren harte Kiesel, dicht oder körnig: da gab es weissen Milchquarz, grüne und rothe Hornsteine, grauweisse gefrittete Sandsteine mit runden chloritischen Punkten, harte Molasse mit weissem Kaliglimmer, rothe Sande mit Kaolin etc. Diese Rothkies-

[1] In den Grimmelfinger Graupensanden erblickt man den Detritus alpiner Granitgesteine. In den marinen Schichten von Baltringen kommen nach Probst ausser Kalkgeröllen hier und da auch Gerölle von Milchquarz und Granit vor.

[2] Ich führe hier einige an, welche in der Tübinger Sammlung liegen:

1. Granit (grobkörnig, hell, mit viel Muscovit, wenig Biotit) von den Feldern NW. von Ofterdingen; gesammelt durch K. Rau.

2. Gneiss aus Lesesteinen zwischen Salmendingen und Ringingen; gesammelt durch Prof. Koken.

3. Gneiss (flaserig, alpin), „an der Steige nach Justingen einzeln liegend. Seissen"; durch Hildenbrandt. cf. Begleitworte Blaubeuren.

4. Schwarzwaldgranit in einem kopfgrossen Geschiebe „beim Kapelle" nördlich Kolbingen; durch den Verfasser. Es sollen bei Kolbingen auch schon Porphyre gesammelt worden sein.

[3] Quenstedt, Begleitworte zu den Blättern Ehingen, Biberach etc. p. 18.

ablagerungen sind älter als die Gletschergeschiebe, deren Vorläufer sie bilden. Sie erinnern in dieser Beziehung lebhaft an die Quarzite, welche auf Blatt Blaubeuren bei Seissen und anderen Punkten die Aufmerksamkeit auf sich zogen."

Auch ich habe, als ich die Örtlichkeit besuchte, den gleichen Eindruck gewonnen und möchte jetzt von einem allgemeinen Standpunkte Einiges über die Gleichartigkeit alter Schotter sagen. Schotter, welche wie unsere Gerölle fast nur aus weissen Quarzen bestehen, sind eine so allgemeine und weit verbreitete Erscheinung, dass man geradezu von einer Ubiquität derselben reden darf. Man hat, um diesen erstaunlichen Quarzreichthum zu erklären, schon zur Annahme uralter Gebirgskerne gegriffen, welche jetzt versunken sein sollten[1]. Derartige Vermuthungen sind unnöthig; die Quarz- und Quarzitgerölle sind die Endproducte eines lang einwirkenden Zersetzungsprocesses, der nach der Formel arbeitet: Bestand des Widerstandsfähigen, Vernichtung des Vergänglichen. Quarze und quarzitische Gesteine zersetzen sich überhaupt nicht; sie wurden nur durch den Transport gerundet. So ist die Häufigkeit der Quarzgesteine vielfach nur bedingt durch ihre Widerstandsfähigkeit und geradezu ein Maassstab für das hohe Alter eines Schotters. Weiche Sandsteine werden schon beim Transport zerrieben. Kalke sind fast völlig verschwunden, kalkhaltige Gerölle haben ihren Kalk vollständig verloren; es ist von denselben nur noch eine Art Skelet übrig geblieben, welches aus Thon und Kiesel besteht. Die Eruptivgesteine incl. Gneiss sind am Auffälligsten zersetzt. Alle Feldspäthe sind kaolinisirt, eine Reihe von Mineralien hat sich neu gebildet, und wo nicht secundäre Verquarzung aufs Neue den Zusammenhalt befestigt, da sind die Gemengtheile in ihrem Verband gelockert. Zwar ist auf intacter Lagerstätte die Form des Gerölles noch vollkommen erhalten, aber dort, wo sie exponirt liegen, zerfallen sie zu Grus und werden gänzlich resorbirt.

Die Wirksamkeit der zerstörenden Agentien ist abhängig von der Höhenlage und, bis zu einem gewissen Grade, dem Alter der Schotter. Bei der exponirten Lage, welche die

[1] v. Gümbel, Engel, cf. Anmerkung 1. p. 3.

Deckenschotter auf Plateaushöhen und Bergkuppen einnehmen, war sie durchweg sehr intensiv. Die Verwitterung greift in denselben oft viele Meter tief. Wenn man die Zusammensetzung alter Schotter in einer gemeinsamen Formel: Vorherrschen der Quarzbestandtheile, Zurücktreten oder Fehlen krystallinischer und eruptiver Gesteine[1], Mangel an Kalken, ausdrücken kann, so ist zu berücksichtigen, dass hier gleichsam Convergenzerscheinungen vorliegen, welche im idealsten Fall aus ursprünglich ganz unähnlichem Material Gleiches schufen. Die übereinstimmende Gleichartigkeit ist in letzter Linie doch nur etwas Secundäres, und da zudem der Grad der Verwitterung nicht immer dasselbe Quantum Zeit bedingt, so muss man bei der Verknüpfung isolirter Vorkommnisse von hoch liegenden Geröllen einige Vorsicht beobachten. So hat man in Bayern und Österreich als Belvedereschotter sehr verschiedenaltrige Quarzgerölle zusammengefasst, nur weil sie eben hauptsächlich aus weissen oder rothgefärbten Quarzen und sehr spärlichen Kalken und Centralgesteinen bestehen. Penck[2] stellt es als eine Aufgabe der Zukunft hin, „diese verschiedenen Quarzgerölle genauer zu horizontiren und zu verfolgen".

Liegt nun in dem gleichartigen Verhalten der Quarz- und Quarzitgerölle, wie es auf fünf Altläsblättern entgegentritt, nur Convergenz vor, die aus ungleichwerthigem Ausgangsmaterial gleichwerthiges erzeugte, oder müssen wir darin den Ausdruck der Einheitlichkeit und Gleichaltrigkeit erkennen? Auf den je aneinanderstossenden Blättern im O. und W. wird Niemand an der Zusammengehörigkeit zweifeln. Nimmt zwar Blatt Riedlingen schon eine Art verbindender Mittelstellung ein, so geben Niveau und besondere Lagerung der Gerölle als die einzig zuverlässigen Kriterien sichere Beweise für die Einheitlichkeit von Dq an die Hand.

Vorher sei über die Beschaffenheit und äussere Form der Gerölle noch Einiges bemerkt: Der Geröllcharakter der Ablagerung tritt überall deutlich hervor; fast alles ist abgerundet, mit glatter, oft fast polirter Oberfläche. Formen vom Typus

[1] Diese haben mit den Kalken eine Decke schweren Verwitterungslehmes geliefert.

[2] Penck, Alpen im Eiszeitalter. p. 83.

der Flussgeschiebe (keilförmige Gestalt) finden sich am häufigsten bei Wippingen; leider konnte ich hier die Gerölle nicht in situ beobachten. Über unregelmässig eckige Elemente viel Worte zu verlieren, ist werthlos. Es ist festgestellt, dass die atmosphärischen und meteorischen Agentien aus ursprünglich gerundeten Formen eckige erzeugen, wo die Gerölle vom einhüllenden Lehm entblösst liegen. Die Glättung der Oberfläche wird auch durch Kryptogamen zerstört. Häufig haben die Quarze ein löcheriges, gleichsam zerfressenes Aussehen. Im Innern zeigen sie oft ebenfalls Hohlräume, die mit Krystallisationsneubildungen erfüllt sind; ich habe nur Quarz bemerken können, der in kleinen Kryställchen auch die willkürlich entstandenen Bruchflächen überzieht. Vielfach sind die Quarze in toto umkrystallisirt, wie man an grossen, unvollkommen ausgebildeten, prismatischen Krystallen erkennen kann, mit denen die körnige Structur gleichsam durchschossen ist. Auf poröse Quarzite hat schon Quenstedt[1] hingewiesen: „Sie scheinen wie ausgelaugt, so dass also Kalk verloren gegangen wäre.“ Die Sandsteine weisen eine Entfärbung innen und eine dunkle Verwitterungsrinde aussen auf. Für pliocäne Schotter ist Bleichung sehr bezeichnend. Am Eselsberg bei Ulm, wo sie in reichlich Lehm stecken, zeigen die Gerölle (mit Ausnahme der Quarze) einen schwarzblauen Manganüberzug; viele sind auch auf ebenflächigen Absonderungsrichtungen, welche ohne bestimmte Anordnung das Geröll durchsetzen, durch und durch damit imprägnirt. Es ist, als ob die Gerölle innere Spannungen zeigten, welche durch den Hammerschlag nach Ebenen ausgelöst würden. Am unverletzten Geröll ist von diesen Absonderungsflächen nichts zu bemerken; aber dass es wirklich Flächen kleinster Cohärenz (ähnlich den Gleitflächen der Krystalle) sind, beweist die Mangankruste, die man doch sonst nur auf der Oberfläche zu sehen gewöhnt ist. Oft rufen sie eine regelmässige polygonale Umgrenzung der Geschiebe hervor, so dass, wenn die Verwitterung die scharfen Kanten gerundet hat, thatsächlich der Eindruck echter Geschiebe entsteht. Manchmal ist es unmöglich, solche Pseudogeschiebe von wirklichen, ursprünglichen Geschieben zu unter-

[1] Quenstedt, Begleitworte. Blaubeuren. p. 20.

scheiden. Am Deckenschotter der Holzstöcke kann man die gleiche Erscheinung verfolgen; aber hier sind die einzelnen Gerölle gleichzeitig hochgradig zersetzt und ganz mürbe, haben auch eine bedeutende Gewichtsabnahme erfahren, was alles für die splitterharten Quarzite und dichten Sandsteine der Blauthalhöhenschotter nicht zutrifft.

Lagerungsverhältnisse der alten Gerölle.

Von Möhringen bis oberhalb Sigmaringen auf den felsigen Höhen zu beiden Seiten über der Donau, von Schelklingen bis Ulm über dem heutigen Blauthal liegend, sind die Lagerungsverhältnisse der Gerölle hier wie dort genau dieselben. Hier wie dort decken die Schotter als Geröllhauben die Kuppen über dem Flusse ein, während vereinzelte Gerölle in das Plateauinnere eintreten und am Flussgehänge sich bis fast ins Thal herunterziehen. Die eigentlichen Lager halten sich ganz auffallend dicht am Strome. Sie repräsentiren die Kuppen- oder Haubenzone, im Unterschied zu der Plateauzone, welche sich als Aussenzone nach aussen, und der Gehängezone, welche sich als Innenzone nach innen an die Kuppenzone anschliessen. Letztere ist die Hauptzone, Innen- und Aussenzone sind Seitenzonen, und zwar ist die Innenzone, welche überall und oft sehr deutlich auftritt, den anderen nicht gleichwerthig: Ihre Gerölle stammen von den Geröllhauben. Wo diese fehlen, kann die Innenzone für die Verfolgung des alten Flussbettes von einiger Wichtigkeit werden. So besitzen z. B. die von Schelklingen an das Thal begleitenden ε-Buckel keine Geröllhauben. Es kann dies nicht auffallen, wenn man ihre Höhe in Betracht zieht, welche für den Schelklinger Berg 652 m, für den Egelsberg 680 m, für den Steinsberg 645 m und für die zahlreichen ε-Berge auf der anderen Thalseite durchschnittlich 645 m beträgt. Verlängert man das Niveau der Blauthalhöhenschotter albeinwärts, so sollte man darnach die Gerölle auf den Höhen längs des oberen Schmiechenthales in 720—730 m erwarten. Thatsächlich hören sie aber auf, bevor wir das Justinger Plateau oder die Höhe der Lutherischen Berge erreichen und fehlen weiter westwärts durchaus. Dagegen finden sich an den Flanken der ε-Berge von Schelklingen bis Allmendingen vereinzelte

Gerölle; es sind die Relicte einzelner Hauben. Am Gehänge liegen diese Gerölle lose, am Fuss stecken sie im Verwitterungslehm des Weiss-Jura. So sammelte ich sie am Egelsberg, am Schelklingerberg, am Manzenbühl, am Steinsberg. Hart am Südrande des Blattes verzeichnet sie auch die Karte (am Rothenberg und am Weg nach Altsteusslingen). Sie weiterhin nach Süden auf Blatt Ehingen zu verfolgen, ist eine unsichere Sache, da sich bald grössere Ablagerungen alpinen Materials der Donauhochterrasse einstellen. Solche finden sich auch im Kirchen- und Buchthal und es ist dort gar nicht discutirbar, ob die häufigen Quarze im Thalgrund etwaige Bestandtheile alter Geröllkuppen sind, die vom Landgericht durch herabeilende Wasser niedergebracht wurden. Auf dem Landgericht selbst sind keine Geröllhauben.

Die Gerölle der Plateauzone finden sich noch in einem senkrechten Abstande bis zu 6 und 8 km vom Strome. Wir treffen sie vielfach in Weiss-Jura ζ-Mulden, wo sie der Zerstörung, welche in der Aussenzone stattfand, entgingen; so bei Liptingen, Leibertingen und Langenhard, auf der linksseitigen Höhe bei dem badischen Schwenningen. Bei Frohnstetten, Stetten am kalten Markt, bei Harthausen und Winterlingen dürften sie nicht der Donau, sondern der gleichfalls sehr alten Schmiecha (und Lauchert) zuzuschreiben sein. Das von Hildenbrandt aufgefundene „alpinische Kieslager zwischen Säulen und Sandgrubenhau“ [1] nördlich Bermaringen habe ich nicht entdecken können, falls es nicht durch einzelne haselnussgrosse weisse Quarze auf den Lehmfeldern des Bermaringer Weiss-Jura ζ repräsentirt wird. Ich glaube, dass den Blauthalhöhenschottern die Aussenzone bis auf Spuren fehlt. Sie kann durch Ausläufer der Geröllhauben vorgetäuscht werden, obwohl von einem Austönen gleichsam der Kuppengerölle gegen das hinterliegende Gebiet nicht eigentlich geredet werden kann. Gerade die Schotter links der Blau zeigen dies sehr schön; die Darstellung auf der Karte bringt es ganz richtig zum Ausdruck. Die Aussenzone ist angedeutet durch sehr wenige Gerölle auf den „Gassenäckern“ westlich Hausen, ferner an der Steige im Frankenthal (westlich Seissen) und durch

[1] Begleitworte. Blaubeuren. p. 23.

die Quarzgeschiebchen nördlich Bermaringen. An dem erstgenannten Punkte machen grössere Gerölle nach Schätzung 2 % aller Feldsteine aus, während sehr kleine, wohlgerundete Quarzkörner (gleich denen des Grimmelfinger Sandes) auch da noch zu finden sind, wo jene ganz fehlen. Auf das Justinger Plateau gehen sie nicht; sie bezeichnen die Westgrenze, die Bermaringer die Nordgrenze der Verbreitung von Dq auf Blatt Blaubeuren. Gegen die Aussenzone setzt sich nun die Hauptzone in einer der Richtung des Blauthals parallelen Linie brüsk ab. So ist die flache Mulde nördlich Hausen, deren Ausgang — die Steige ins Längenthal — die Hausener Decke von der Oberschelklinger trennt, geröllfrei. Auf den Pfahläckern bei Seissen sind Quarze ganz vereinzelt; die Felder sind mit Jurafeldsteinen und Flint bedeckt; ein allmählicher Übergang von Dq in die gegen das Innere des Kalkplateau sich einstellende Lehmdecke (Dł) ist nicht zu beobachten; das gilt für alle Dq-Vorkommnisse. Besonders dort, wo die Felder mit Quarzen übersät sind (Hausen, Sonderbuch etc.) ist das Verschwinden und Fehlen der Gerölle auf benachbarten Lehmfeldern fast plötzlich. Quenstedt [1] drückt es so aus: „Am Rande der alpinischen Kieslager mischen sich dann noch einzelne weisse Quarzgerölle dazu (zum Lehm), wie z. B. beim Signalstein 665,8 m nördlich Sonderbuch in den braunen 10 Fuss tiefen Lehmgruben.“ Dasselbe ist am Rande des Oberschelklinger Lagers am Weg ins Eschenhau zu sehen, wo im braunen Verwitterungslehm des Weiss-Jura ζ kleine Quarze zusammen mit grossen Jurablöcken von bizarrer Form, Feuersteinknollen und Thongallen stecken; sowie bei Wippingen, wo die ansteigende Strasse eine Lehmdecke durchschneidet.

Die Thatsache, dass das Gros der Schotter sich so dicht zu beiden Seiten des Flusses hält, lässt keine andere Deutung als die einer fluviatilen Bildung zu. Es muss die Hauptmasse der Schotter von Anfang an in der Kuppenzone gelegen haben; darüber hinaus waren die Gerölle ursprünglich schon weniger mächtig und nur ganz sporadische Gerölle gelangten weit ins Innere der Albmassives. Wäre dies nicht der Fall gewesen,

[1] Quenstedt, Begleitworte. Blaubeuren. p. 22.

so ist nicht einzusehen, warum Verwitterung und Wegräumung in der Kuppenzone nicht dasselbe geleistet haben wie in der Aussenzone.

Die Kuppenzone besteht aus einer Reihe isolirter Vorkommnisse, welche als Decken und Hauben die Höhen über dem heutigen Thale krönen. Wie wir in den Geröllen Residua erblicken, so erblicken wir in den einzelnen Hauben Sporaden, welche wohl einst zusammenhingen. Ihre Lagerung und Isolirung auf den höchsten Kuppen erklärt sich vielleicht dadurch, dass die Schotter als schützende Hülle ihr Liegendes conservirten, während die Umgebung abgetragen wurde. Ein Beispiel bietet sich am Teutschbuch. Der Österberg bei Riedlingen und der Emerberg bei Zwiefaltendorf sind abgesprengte Theile desselben. Die Mächtigkeit der oberen Süsswassermolasse beträgt am ersteren 109 m [1], die Höhenlage im Hangenden 649 m, am Emerberg 105,4 m bezw. 705 m. Nehmen wir die ursprünglichen Verhältnisse in der Tertiärmulde an und vernachlässigen wir den Betrag etwaigen Gefälles, so giebt die Differenz der beiden Höhenzahlen 705 — 649 = 56 m ohne nennenswerthen Fehler direct das Ausmaass für die seit Ablagerung der Emerberggerölle am Ostrand des Teutschbuchs erfolgte Abtragung. Bei Verfolgung des ältesten Donaulaufes ist Gelegenheit, darauf nochmals zurückzukommen (p. 36).

Wo wir einen Einblick in die Structur der Haube haben, sehen wir die Gerölle in einer soliden Lehmpackung liegen. So ist es z. B. am Eselsberg, wo ein Wasserriss, in welchen die Abzugsgräben des Exercirplatzes münden, 3 m ockergelben bis ziegelrothen, in grossen Schollen brechenden Lehm entblösst. Die Geröllführung ist, so viel man sehen kann, ziemlich spärlich. Der Lehm zeigt horizontale Streifung, indem rothe und gelbe Bänder mit einander abwechseln. In der Wasserrinne, die auf eine mit einem Waldrondell bestandene Erdsenke zuführt, liegen ausgewaschene Gerölle zahlreich. Sie scheinen Kopfgrösse, welche häufig erreicht wird, nicht zu überschreiten. Das Liegende der Haube ist nicht zu sehen; in der Erdfalle, wo die Wasser versickern, liegen grosse Süss-

[1] Regelmann, Trigonom. Höhenbestimmungen f. d. Atlasbl. Riedlingen etc. Württ. Jahrbücher f. Statistik 1877.

wasserkalkblöcke; demnach scheint die Sohle nicht mehr fern. Man kann die Mächtigkeit der Geröllhaube hier zu 6 m veranschlagen, im Centrum mögen 10 m das Maximum sein. Mehr beträgt die Mächtigkeit sicher nicht. Die Geröllführung der Haube wechselt local. Wo sie bedeutend ist, schlucken die Schotter das Wasser auf; hier haben wir trockene Heide mit *Calluna* etc. Gegen den Westrand der Ablagerung scheinen die Gerölle mehr und mehr zurückzutreten; hier bildet undurchlässiger Lehm den Untergrund. Landschaftlich kommt dies markant in der Anlage eines nassen Riedes mit kleinen Tümpeln zum Ausdruck. Die Gehängezone der Eselsberghaube können wir am Abstieg nach Ehrenstein bis an die ersten Häuser verfolgen, wo die letzten Gerölle auf Weiss-Jura ζ liegen (vergl. Taf. II Fig. 5).

Von dem eben geschilderten Verhalten weichen die übrigen Schotterhauben z. Th. in bemerkenswerther Weise ab. Als extremer Fall sei das Vorkommniss „auf Hülen“ westlich über Dietingen[1] gewählt. Bei 665 m ist hier am Rande des Lagers auf einem Acker eine Kiesgrube angelegt, welche bis jetzt 1 m tief das Kieslager aufgedeckt hat. Der Anblick ist frappirend: Jeder verbindende Lehm fehlt; er ist bis auf kleine Schmitzen abgespült. Blendend weisse Quarze von Faustgrösse bis herab zu den kleinsten Dimensionen bilden den Hauptbestand des Kieses. Das Ganze macht einen so frischen Eindruck, dass die Bauern geradezu von „Donaukies“ reden. Und doch ist dieser frische Zustand nur ein scheinbarer. Es ist der Schotter stark gewaschen und umgelagert und eben deshalb so frisch, weil nur die allerwiderstandsfähigsten Bestandtheile erhalten blieben. Die feinsten Quarzkörner, durch Zerfall der groben Sandsteine entstanden, z. Th. auch kleinste Geröllchen, bilden „Sand“ zwischen dem gröberen Korn; allein Glimmer fehlt vollständig. Von der Eselsberghaube scheint das Kieslager so different, dass man ihm ein viel jüngeres Alter zuschreiben möchte. Gleichwohl sind beide gleich alt und erstere ist dem inneren Bestand und dem Volumen nach sogar das besser conservirte Lager. Gegen das Centrum des

[1] Herr Oberreallehrer Haug von Ulm und Herr Pfarrer Biesinger von Dietingen hatten die Freundlichkeit, mich auf dieses Vorkommniss aufmerksam zu machen.

Dietinger Lagers ist der Lehm übrigens wohl noch erhalten, wie die lehmgelbe Färbung der Gerölle oben im Walde verräth. In anderen Lagern fehlt der Lehm nur in den oberen Partien, so dass die Gerölle frei zu Tag liegen. Entsprechend der starken Abspülung ist bei Dietingen eine sehr deutliche Gehängezone entstanden: Von Markbronn bis gegen Arnegg sind die Felder am Abhang reichlich mit Geröllen bestreut.

Die Mächtigkeit der Lager ist in der Hauptzone des Blauthales ziemlich bedeutend (s. Taf. II). Auf den Klingensteiner Wäldern, „auf Hülen" ist sie zu 8—10 m, links der Blau bei Wippingen und Sonderbuch zu 10—12 m zu veranschlagen; bei Hausen 6—8 m. Bei Neuanlegung eines Waldweges wurde das Ausgehende des Klingensteiner Lagers etwas über einen Meter tief angeschnitten. Auf eine Strecke von ca. 20 m waren hier zwei Lagen durchweg kleiner Gerölle sichtbar, welche durch ein wenig breites Lehmband getrennt waren.

Fig. 1. *a* Waldboden, *b* haselnussgrosse Geröllchen, *c* ca. 30—50 cm erdiger Lehm.

Die horizontale Schichtung ist unverkennbar; das Ganze machte den Eindruck einer Aufschüttung an einer todten Stelle (s. Fig. 1).

Auf Blatt Fridingen und Tuttlingen scheinen die Lager weniger mächtig, doch ist die Masse der Quarzite immer noch bedeutend. In dem zusammenhängenden Lager auf dem Wurmlinger Kapf und auf Kayh mag sie im Centrum 6 m betragen, nach den Rändern schwillt sie rasch ab. So habe ich auf der Passhöhe der Wurmlinger Steige auf Weiss-Jura ε 40 cm Lehm mit Geröllen gemessen (s. Fig. 2).

Auf dem Wurmlinger Kapf selbst („Eichen" und „kleine Reutelen") liegen sie wohl weniger mächtig. Aber vorhanden sind sie, entgegen Haag [1], welcher Quarzgerölle nur am Hang des Berges bei 800 m gefunden hat. Allerdings erscheinen einzelne Gerölle schon weit unten an der Steige und liegen

[1] Haag, Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. 1902, Nachtrag. p. 6.

dort, wo dieselbe die Höhe erreicht, nesterweise in Spalten des Weiss-Jura, aber dies ist nicht ihr Hauptlager, das oben die Höhe deckt. Die Gerölle des Konzenberg bei Tuttlingen kenne ich aus eigener Anschauung nicht; Haag hat sie beschrieben; ebenso Quenstedt [1], der sie, wie Koken (l. c. p. 152) die Wurmlinger Gerölle, zuerst mit den Geröllen von Blaubeuren — Sonderbuch — Schelklingen in Verbindung brachte. Das Hangende der Massenkalke liegt auf dem Koppenhau bei 865 m; die höchste Stelle des Konzenberg bei 869 m; darnach ist das Lager wohl 4 m mächtig. Die Gehängezone reicht bis 800 m und tiefer herab; es mögen sich ihre Gerölle z. Th. auch den Haag'schen Stauschottern beigemischt haben, welche hier bis 716 m heraufgehen. Haag hat bei Tuttlingen—Wurmlingen eine obere und untere Geröllzone unterschieden. Die

Fig. 2. *a* 40 cm Lehm mit Quarzgeröllen und Bohnerz, *b* Weiss-Jura ε.

Gerölle der ersteren gehören zu meiner Plateau- und Gehängezone; die untere Zone umfasst allein, wie jetzt auch Haag annimmt, die Stauschotter. Sie gehört zur Hochterrasse, während die obere Zone nach Haag zu den ältesten Diluvialgebilden zu rechnen ist.

Mächtiger als auf dem Konzenberg ist Dq auf dem Möhringer Berg, wenngleich ich kein eigentliches Lager auffinden konnte. Auf den Feldern bei dem einzelnstehenden Hof auf der Höhe lagen grosse löcherige, rothe und weisse Quarze, Quarzite und rothe Sandsteine, zahlreich wie bei Wippingen.

[1] Quenstedt, Begleitworte Blatt Fridingen etc. p. 28: „Statt ζ liegt auf der Ebene Schutt mit Juragerölleu und Geschieben von weissem Quarz, der uns lebhaft an die Sonderbucher Kiesel erinnerte, die scheinbar aus den Alpen herstammen". Die Gerölle der Aussenzone, die auf Blatt Fridingen zusammen mit Kieselknollen und jurassischen Feuersteinen auf den Lehmfeldern liegen, werden p. 32 gleichfalls mit einem Hinweis auf die Sonderbucher besprochen.

Die kleineren Vorkommnisse sind oft sehr massig, so die Kuppe auf dem Bräunisberg bei Nendingen; über Beuron sind die Felder wie bei Hausen oder Sonderbuch mit Geröllen übersät. Es hält sich die Hauptzone so dicht über den steilen Felswänden, dass nothwendig eine deutliche Gehängezone sich entwickeln musste. Wo wir bei Beuron das steile Thalgehänge näher untersuchen, finden wir überall im Schutt der schroffen Abstürze und längs den Steigen kleine Gerölle. Bisweilen liegen dieselben zahlreich im Lehm und Juraschutt der Klüfte und Spalten. Eigentliche Lager mit grösseren Geröllen erscheinen erst da, wo die Steige die Höhe erklommen hat, so am Aufstieg auf den Steighof, genau so wie am Wurmlinger Kapf. Oben dann vereinzelte Gerölle, bis das Hauptlager sich einstellt, kurz, es besteht ein ersichtlicher Zusammenhang.

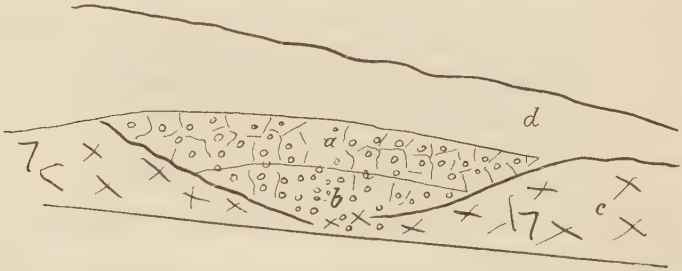

Fig. 3. *a* Verfestigter Schotter, *b* lockerer Schotter, *c* ε-Marmor, *d* Waldboden.

Dieselben Verhältnisse haben wir im Grunde genommen auch bei Schelklingen; ich habe denselben zuerst eine grössere Bedeutung beigelegt (vergl. p. 8) und möchte näher darauf eingehen. An den Wänden des Schelklinger Kessels kleben zahlreiche, scheinbar selbständige Schottersporaden mit dem gleichen Geröllmaterial wie es auf der Höhe (bei Hausen) liegt. Solange ich nur zwei solche Sporaden kannte, die in verschiedener Höhe lagen, dachte ich an Reste zweier verschiedener Terrassenschotter. Der neu angelegte Weg von Urspring nach Hausen hat aber eine ganze Anzahl aufgedeckt. Längs der Wegböschung lassen sich von der Strasse oben bis hinunter in den Thalgrund Gerölle constatiren, meist einzeln und lose im Juraboden liegend, wo aber tiefere Anschürfungen sind als Schottersporaden dicht und fest in die Unebenheiten der Kesselwand eingepresst (s. Fig. 3).

Die tiefste fand ich wenige Meter oberhalb der Wegbiegung mit dem Ausblick auf Schelklingen, die höchste oben an der Strasse bei Telegraphenstange 38. Es sind alles Injectionen in Spalten und Unebenheiten der Kesselwandung, welche einem gemeinsamen Acte ihre Entstehung verdanken. Die grösste Wandsporade lagert bei Telegraphenstange 30 (s. Fig. 4).

Ich hielt sie zuerst für ein Stück der abgerutschten Hausener Decke. Es ist eine secundär verrutschte Wandsporade. Sie liegt auf moränenartigem Juraschutt. Dieser

Fig. 4. *a* Lehm mit Quarzgeröllen, *b* zerklüfteter ε-Kalk, *c* wie *a*, *d* und *e* brecciöser Schutt mit einzelnen kleinen Geröllen, *f* ε-Felsen.

Schutt enthält dort, wo er griesartig, locker oder versintert ist, ebenfalls Gerölle (s. Fig. 4, *d*, *e*). Kleine Quarzgeschiebchen stecken mitten in dem Juragries; sie sind aber ziemlich selten. Zwischen Stange 31 und 32 beobachtet man fast dasselbe. Hart an der Strasse liegen wieder Gerölle im Lehm über Jurafels; in der Höhe lagert der Schutt; er besteht aus gleichmässig grossen eckigen Trümmern, deren Zwischenräume von feinbrecciösem Grus erfüllt sind. Aus letzterem lassen sich wiederum Gerölle kleinerer Dimension ziehen. Bei Stange 35 staken $\frac{1}{2}$ m tief in dem compacten Schutt über den massigen Kalken einzelne grössere Quarze. Bei Stange 36 hören die

Schuttbildungen auf, die Felsenkalke treten normal zu Tag, bei Stange 38 unter einer Decke steinigen Verwitterungslehm, der da und dort, nicht mehr nesterweise, einzelne Quarze enthält. An der Westflanke des Kessels fehlen Gerölle beinahe ganz; auf den Feldern findet man gar keine und am Manzenbühl sind sie sehr spärlich; erst am Abhang gegen das Schmiechenthal stellen sie sich häufiger ein, sonst liegen sie oberflächlich und lose überall im Kessel, an den Hängen des Kapellenberges, am Nordabhang und an der Ostflanke des Kessels, auf den Feldern längs der Strasse Schelklingen bis Urspring.

Da es sich in den Schottersporaden nicht um Reste am Gehänge klebengebliebener Terrassen handeln kann (man müsste mindestens zwei annehmen), so liesse sich noch an eine Auffüllung des Kessels mit Geröllen denken. Aber über den Verbleib der dazu erforderlichen Schottermassen und der Möglichkeit der Aufstauung wüsste ich keine Rechenschaft zu geben. Man müsste ferner auch vom Blaubeurer Kessel dasselbe annehmen, denn auch dort ist das Gehänge mit Geröllen überstreut, und die Decken auf den Höhen als Transgressionen deuten. Das ist unmöglich. Vielmehr sind die Kessel jüngeren Datums als die Gerölle; sie verdanken ihre Entstehung dem Aufeinandertreffen grösserer Wassermassen, deren Wirbel den vielen Schutt erzeugten; hierbei gelangten von der Hausener Decke Schotter in Klüfte der ausgearbeiteten Wände. Später und bis heute werden die Hänge dann noch mit den losen Quarzen bestreut.

Die Höhenlage der Quarzgerölle.

Zur Feststellung der Sohle der ältesten Donau können wir nur die Gerölle der Hauptzone und mit Vorsicht die der Aussenzone benützen. Ich habe für die einzelnen Dq-Vorkommnisse aus mehreren Höhenzahlen einen Mittelwerth berechnet, der annähernd der idealen Schotteroberfläche entspricht. Wir bekommen darnach ein von West nach Ost gerichtetes Gefälle (s. Fig. 5) und die Gefällsabnahme geschieht ganz regelmässig, wie wir es für einen alten Flusslauf erwarten müssen. Bei Blaubeuren existirt ein beträchtlicher Gefälls-

knick der Schotteroberfläche[1]. Um einen Vergleich mit dem Gefälle und der Lage der heutigen Donau zu haben, sind in den folgenden Tabellen jeweils die betreffenden Zahlen an entsprechender Stelle beigefügt.

[1] Es macht sich hier die weithinziehende Dislocationslinie geltend, welche im Brennerpass beginnend, den ganzen schwäbischen Schichtenbau auf der Linie Kellmünz, Blaubeuren, Plochingen, Langenbrücken, Mannheim, Bingen durchbricht (Regelmann). Sie kommt auf dem Hochsträss in der Depression längs der Linie Erbach—Erstetten zum Ausdruck.

Es ist auch nicht ausgeschlossen, dass bei Ulm die pliocäne Donau in einen See ausmündete und dass wir in dem Blauthalhöhenschotter eine Schuttkegelbildung zu erblicken haben. Dass die Donau bei Ulm von Anfang an aus dem Jura austrat, scheint ziemlich sicher. Auf einen See weisen die Dinotheriensande der Ulmer Gegend hin, welche mit den Eppelsheimer Sanden gleichaltrig sind. Das stärkere Gefälle, sowie die Mächtigkeit der Schotter erklärt sich unter obiger Annahme ungezwungen. Von positiven Zügen einer Deltabildung habe ich nichts bemerken können.

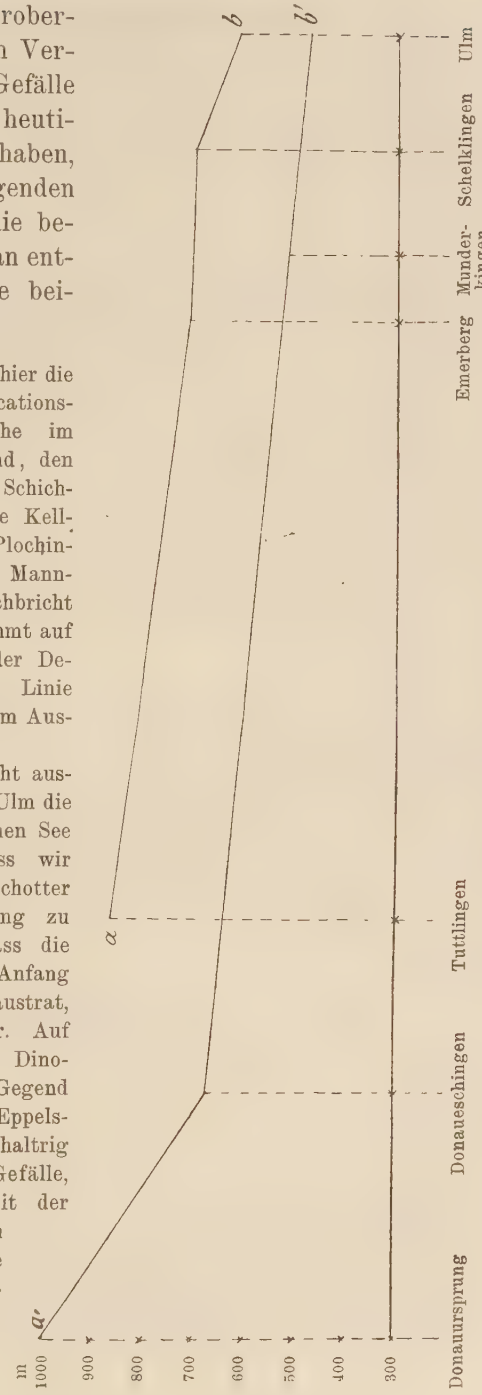

Fig. 5. Schematische Darstellung der Gefällverhältnisse und Höhenlage der pliocänen $(a-b)$ und der heutigen $(a'-b')$ Donau.
Längenmaassstab 1 : 1 600 000; Höhenmaassstab 1 : 15 000.

Dq auf Blatt Ulm.

Bei Göttingen:

Keferloch, Gerölle im Lehm	547 m	
Grosser Forst	558 „	
Hungerberg, Signalstein oben, Gerölle auf $T\beta$[1]	537 „	
	Niveau	547 m

Bei Thalfingen:

Kugelberg, Gerölle auf $T\beta$	551 m	
	Niveau	551 „
Schönerberg bei Böfingen, Signalstein oben, Gerölle auf $T\beta$	571 m	
Böfinger Egart, höchste Stelle der Strasse	566 „	
Unter-Haslach, Wegfläche am östlichen Haus, Lehm mit Geröllen	572 „	
Schönenberg, nördliche Kuppe, Gerölle auf $T\beta$	569 „	
	Niveau	569 „
Böfinger Halde, Donauspiegel	460 „	
Lehr, Kirchthurm, Erdfläche, Gerölle auf $T\gamma$	594 „	

Oberer Eselsberg bei Ulm:

Waldpunkt, Erdfläche, Gerölle auf $T\beta$	617 m	
Höchste Stelle, Gerölle auf $T\gamma$	630 „	
Öfele, Erdfläche, Quarzitgerölle auf $T\alpha$	597 „	
Bäumlesacker, Quarzitgerölle auf $T\alpha$	594 „	
Edelsberg, Gerölle auf $T\alpha$	612 „	
	Niveau	610 „
Donaubrücke, Nullpunkt des württembergischen Pegels	464 „	
Dq bei Mähringen	612 „	

Klingensteiner Wälder:

Harthausen, Raitin, höchste Stelle des Waldes, Gerölle auf $T\gamma$	626 m	
Dreierberg, Waldfläche, höchste Stelle, Quarzite auf $T\beta$	601 „	
Schanzgrubenhau, höchste Stelle im Weg, Quarzite auf $T\alpha$, Gehängezone	579 „	
Spitalwald, Gerölle auf $T\gamma$	629 „	
Birkenreis	643 „	
	Niveau	625 „
Blau, Wasserspiegel an der Brücke bei Bahnhof Söflingen	477 „	
Wasserspiegel der Blau unter der Brücke bei Ehrenstein	489 „	

Wippingen:

Höchste Stelle	633 m	
Birkhalde	629 „	
	Niveau	631 „
Geröllkuppe im Salenhau, nordwestlich Eckingen	632 „	
Illermündung	468 „	
Wasserspiegel der Donau bei Erbach	478 „	

[1] Es bedeutet: $T\alpha$ = *Rugulosa*-Kalk; $T\beta$ = *Crepidostoma*-Kalk; $T\gamma$ = Meeresmolasse; $T\varepsilon$ = Oberer Süsswasserkalk.

Dq auf Blatt Blaubeuren.

Geröllkuppe „auf Hülen“ bei Dietingen	665 m
	671 „
Gerölle bei Markbronn	651 „
	Niveau 662 m
Gerölle des Gayrenberg	676 m
	675 „
	657 „
	Niveau 669 „
Gerölle bei Sonderbuch	678 m
	665 „
	667 „
	Niveau 670 „
Dq von Blaubeuren	698 m
	699 „
	680 „
	Niveau 692 „
Aussenzone bei Seissen	710 m
	704 „
Gerölle der Gleissenburg	685 „
Oberschelklinger Haube	707 m
	698 „
	709 „
Hausener Decke	707 „
	708 „
	Niveau 706 „
Aussenzone zwischen Hausen und Justingen	720 m
	728 „
Blau bei Gerhausen	500 „
Blaubeurer Bleiche	509 „
Aach bei Weiler	526 „
Thalgrund im Schelklinger Kessel	533 „
Urspring	535 „
Kapelle auf dem Lützelberg	614 „
Schienenhöhe bei Bahnhof Schelklingen	532 „
„ „ „ Schmiechen	543 „
Schmiecher See	534 „
Allmendinger Ried	515 „
Schmiechen bei Berkach	505 „
„ „ Einmündung des Weiherbaches (Kirchenthales)	501 „
Mündung der Schmiechen in die Donau	491 „

Höhenverzeichniss für Blatt Ehingen.

Wasserspiegel der Donau bei Rottenacker	494 m
„ „ „ am Einfluss der Lauter bei Neuburg	506 „
Sohle des Kirchenthales bei Schlechtenfeld	523 „

Desgleichen bei Kirchen . . . . . 538 m
„ Schloss Mochenthal . . . . . 539 „
Buchthal bei Kalkofen . . . . . 536 „
Landgericht, Todtenbuch (Tγ, *Sylvana*-Kalk) . . . . . 716 „
Hochberg bei Thalheim . . . . . 660 „

Höhenverzeichniss für Blatt Riedlingen und Saulgau.

Emerberg, höchste Stelle, Gerölle auf *Sylvana*-Kalk . . . . . 706 m
Hinterer Teutschbuch, höchste Stelle, „ „ . . . . . 727 „
Andelfinger Berg . . . . . 718 „
Donauwasserspiegel bei Zwiefaltendorf . . . . . 513 „
Wasserspiegel der Donau am Einfluss der Kanzach . . . . . 519 „
„ „ „ „ „ „ Schwarzach . . . . . 522 „
Donau bei Hundersingen . . . . . 542 „
„ „ Scheer . . . . . 554 „
„ „ Sigmaringen . . . . . 567 „

Dq auf Blatt Fridingen.

Dq nördlich der grossen Donauschleife bei Thiergarten . . . . . 760 m
Aussenzone bei Badisch-Schwenningen . . . . . 850 „
Kuppenzone „ „ „ . . . . . 860 „
Aussenzone bei Leibertingen . . . . . 810 „
Kuppenzone bei Irrendorf . . . . . 820 „
Steighofhöhe bei Beuron, Gerölle auf Weiss-Jura ε . . . . . 876 „
Schmidtebronnen auf Markung Irrendorf, Wasserspiegel des Quellbaches . . . . . 603 „
Wasserspiegel der Donau beim Jägerhaus (Schloss Bronnen) . . . 608 „
Donauspiegel am Einfluss der Beera . . . . . 621 „

Dq auf Blatt Tuttlingen.

Ruine Mariahilf bei Fridingen, Gerölle auf Weiss-Jura ζ . . . . 797 m
Vorderer Bräunisberg bei Nendingen . . . . . 798 „
(Untere Grenze der Quarzite auf zuckerkörnigem ε-Kalk bei 775 m.)
Gerölle an der Bergenreute bei Nendingen . . . . . 736 m
Dq im Schuttkies an der Mattsteig bei Tuttlingen . . . . 694 „
Gerölle östlich Wurmlingen:
Dq auf „Kleine Reutelen“ (Eichen), höchste Stelle des Waldes, Meeresmolasse auf Weiss-Jura ε und Quarzitgerölle . . . . . 838 „
Kreuzweg, Erdfläche, Quarzitgerölle und Lehm auf Weiss-Jura ε . . . . . 847 „
Kayh, höchste Stelle des Waldes, Erdfläche, Quarzitgerölle und Lehm auf Weiss-Jura ε . . . . . 858 „
Niveau 847 m

Dq auf dem Konzenberg bei Tuttlingen	869 m
„ „ „ Möhringer Berg	880 „
„ südwestlich über Esslingen	920 „
Wasserspiegel der Donau bei Nendingen	634 „
Einfluss der Elta	641 „
Donauspiegel zwischen Möhringen und Immendingen	654 „

Das Alter der Quarzgerölle.

Die hohe Lage der Gerölle in durchschnittlich 185 m über dem Mittelwasser der Donau, sowie ihr Charakter als reine Quarzablagerung sind ein directer Maassstab für ein sehr hohes Alter. Es sind Neogenschotter. Organische Reste sind aus den Quarzgeröllen bisher nicht bekannt geworden; allein es ist nicht ausgeschlossen, dass ein günstiger Zufall eines Tages in den Anhäufungen der Kuppenzone Fossilien aufdeckt, etwa Reste des *Mastodon arvernensis*, vielleicht auch des *Elephas meridionalis*.

Die älteren Deckenschotter finden wir überall in nur etwa 100 m über dem heutigen Mittelwasser; ihr geologisches Alter ist als altquartär (z. Th. auch als jungpliocän) erkannt worden. Unsere Schotter, die vom älteren Deckenschotter des Alpenvorlandes unabhängig sind, sind älter. Ich möchte sie für altpliocän erklären. Für diese Annahme ist nicht der verschiedene Grad der Verwitterung, den wir bei beiderlei Schottern antreffen, maassgebend; der ältere Deckenschotter muss nicht deshalb nothwendig jünger sein als die Quarzgerölle, weil er den Verwitterungszustand jener noch nicht erreicht hat; bei Reinstetten sehen wir diesen Zustand annähernd verwirklicht, dem der Schotter überall mit Sicherheit entgegengeht. Morphologische Gründe sind es vielmehr, die das höhere Alter von Dq erheischen. Selbst wenn wir zugeben, dass die Oberfläche des Alpenvorlandes noch zur älteren Deckenschotterzeit längs der Alb 100 m höher lag als heute, so überragte schon in der Höhe der Klingensteiner Wälder die Lehne des Jura das Feld der fluvioglacialen Aufschüttung um rund 50 m, bei Blaubeuren um 100 m und bei Schelklingen schon um ca. 120 m. Nur die Höhen unterhalb Ulm konnten überspült werden; thatsächlich liegt ja bei Thalfingen und Göttingen alpines Material. Aber der obige Betrag ist

längs der Donau wohl um die Hälfte zu hoch gegriffen. Die jungtertiären Gesteine füllten das Alpenvorland nicht mehr bis auf die Höhe des Jura auf. Ferner hat Penck[1] gezeigt, dass wir gerade an der Donau, welche für die Alpenflüsse die Erosionsbasis abgiebt, auf die kleinste Tiefenerosion und auch die unbedeutendste Schotteraccumulation treffen.

Von Krustenbewegungen während des Eiszeitalters hat Penck parallel den Rändern des Alpenvorlandes streichende Aufsattelungen gefunden. Im Süden streicht die eine dem Gebirgsrande der Alpen, im Norden die andere dem Jura entlang; die letztere liegt vor der Alb, die Quarzgerölle ausserhalb derselben.

Die Verhältnisse am Emerberg gestatten vielleicht einen bestimmten Schluss auf das unterpliocäne Alter der Gerölle. Der Satz von dem Vorhandensein der Thäler zu Beginn der Diluvialzeit in ungefähr ihrer heutigen Tiefe gilt auch für die Zwiefalter Aach. Zu Ende der Miocänzeit konnte der Emerberg noch nicht vom Teutschbuch getrennt sein. Die Ausfurchung des Aachthales fällt somit in die Pliocänzeit; und da die Deponirung der Quarzgerölle auf dem Emerberg vorher erfolgt sein muss, so geschah ersteres in mittel- und oberpliocäner Zeit, während die Gerölle unterpliocän sind. Es besteht also zwischen der Ablagerung der obermiocänen Schichten und derjenigen der Gerölle gar kein Hiatus.

Es kann nicht meine Absicht sein, eine Parallelisirung mit den alten Schottern anderer Flussgebiete zu versuchen und die Altersfrage eingehend zu discutiren. Ich beschränke mich darauf, einige analoge Vorkommnisse heranzuziehen, welche Penck neuerdings an der Donau bekannt gemacht hat[2]. Es sind dies Ablagerungen, welche bisher theils als Quartärschotter, theils als Belvedereschotter[3] aufgefasst wurden. Am Eintritt der Donau in das boische Massiv treten Quarzschotter auf, welche die Hochflächen nächst Passau in 400 m Meeres-

[1] Penck, Alpen im Eiszeitalter. 2. Lieferung. p. 120.

[2] Penck, Alpen im Eiszeitalter. p. 83.

[3] v. Gümbel stellte hierzu nicht nur den obermiocänen Hausruckschotter, sondern auch die mittelmiocänen Quarzgerölle auf der Höhe des Neuburger Waldes. Mit keinem von beiden können wir unsere Gerölle parallelisiren.

höhe, 100—120 m über der Donau, bedecken und welche von v. Gümbel als Quartärschotter kartirt worden sind. Sie werden von dem mittelmiocänen Quarzgeröll, welches im Neuburger Walde auf über 500 m ansteigt, beträchtlich überragt. „Auch sie sind reine Quarzschotter, die in Verbindung mit Sanden und feuerfesten Thonen auftreten und dem Hausruckschotter recht ähnlich sind. Sie liegen weit höher als die Rudimente der Quartärschotter im Donauthale, sind daher älter als diese und jünger als die Mittelmiocänschotter. Man könnte sie daher mit den Hausruckschottern parallelisiren, jedoch ist auch möglich, dass sie zum Pliocän gehören. Gehen wir an der Donau abwärts, so treffen wir auf der Höhe des Hochstrassberges bei Pechlarn (320 m) und des Wachberges bei Melk (286 m) wieder Quarzschotter, im letzteren Falle mit spärlich beigemischten Kalken und lose verfestigt, ebenso auf dem Kremsfelde zwischen 290 und 320 m Höhe. Möglicherweise ordnen sich diese Vorkommnisse in ein Niveau." Von den Quarzschottern am Donaudurchbruch bei Passau sagt Penck an einer anderen Stelle[1]: „Sie sind aufs Innigste mit den Sanden des Jungtertiärs verknüpft, weswegen wir sie zum Jungtertiär rechnen."

Ich stehe nicht an, unsere Gerölle als Äquivalente der Passauer Quarzschotter zu bezeichnen, ob auch der anderen von Penck genannten Vorkommnisse, wage ich nicht zu entscheiden.

Die Lage der pliocänen Donau.

(Siehe die Übersichtskarte Taf. I.)

Das Thal der heutigen Donau setzt sich zusammen aus Längen- und Querthalstücken. In seinen geotektonischen Untersuchungen hat C. Regelmann[2] durchweg die stricte Abhängigkeit der Thalrichtungen von der Schichtenstellung gefunden. Die Längenthäler fallen zusammen mit Aufbruchlinien, welche dem Streichen der Schichten parallel sind, während die Querthäler strenge in der Richtung des Fallens (in Querrissen des Gebirges) verlaufen. Für die Lage und den Ver-

[1] Penck, l. c. p. 74.

[2] C. Regelmann, Württ. Jahrbücher f. Statistik etc. Jahrg. 1877. Heft V.

lauf der ältesten Donau ist der Gebirgsbau ebenso maassgebend.

Von Zwiefaltendorf bis in die Sigmaringer Gegend geben uns keinerlei alte Gerölle über den Lauf der ältesten Donau Rechenschaft. Das Thalstück der Donau zwischen Riedlingen und Scheer darf ohne Weiteres den im Osten und Westen anstossenden nicht gleichgesetzt werden. Zweierlei charakterisirt diese ca. 35 km lange Flussstrecke: einmal das Ausbiegen aus dem Jura in das Tertiärgebiet und dann die hochinteressante Thatsache, dass der Fluss auf dieser Strecke während der dritten Eiszeit vom Rheingletscher blockirt und überwältigt war. Zwischen Munderkingen und Ulm ist ein ähnlicher Austritt aus dem Albkörper. Beide Strecken sind ausgesprochene Längenthäler: von Hundersingen bis Rechtenstein fliesst die Donau genau im Streichen der Alb, welches hier die Richtung N. 35° O. einhält. Dieselbe Richtung hält sie am Fuss der Erminger Platte ein (N. 32° O.), während sie am Fuss der Platten des Landgerichtes, des Hochsträsses und des Eselsberges in die Richtung N. 62° O. umbiegt, welche dem Streichen dieser Platten entspricht. Auf beiden Strecken ist die Donau ein echter Schichtfluss, und zwar jüngeren Datums. Die Entstehung fällt an die Wende des Pliocäns und eben dadurch wurde der ältesten Donau, die wir nördlich, auf der Lehne des Jura, suchen müssen, ein (theilweises) Ende bereitet. Um hierfür Anhaltspunkte zu gewinnen, muss auf die prämiocäne und miocäne Topographie des Gebiets zurückgegriffen werden.

Die Schieflegung der Alb erfolgte gleichzeitig und im Zusammenhang mit der Versinkung der schwäbisch-bayerischen Hochebene. Aber nicht als festgefügte, einheitliche Masse verhielt sich hierbei die jurassische Schichtentafel; vielmehr wird das Juramassiv in eine Reihe verschieden geneigter Platten zerlegt. Folgen wir den Untersuchungen Regelmann's[1], so wird der Albkörper durch das Schichtengefälle in drei dem Streichen parallele Zonen geschieden: in eine nahezu horizontale nördliche Randzone, eine schwach gegen Süden geneigte Mittelzone und eine stark gegen Süden ein-

[1] C. Regelmann, l. c. p. 137.

fallende südliche Randzone. Letztere bildet den Ansatzrand der auf ihr auskeilenden Tertiärschichten. Ihr Streichen wird beherrscht durch die beiden Richtungen N. 32° O. und N. 62°. O, das Fallen beträgt ziemlich gleichmässig durchschnittlich 2,36 % gegen Südost. Die Mittelzone zeigt ein mittleres Streichen von N. 36° O. und ein mittleres Fallen von 0,98 % gegen Südost. Die mittlere Breite der Mittelzone beträgt 14 km. Die nördliche Randzone stimmt im Streichen vielfach überein mit der Mittelzone, während sie in Betreff des Schichtenfalles ganz entgegengesetzte Verhältnisse zeigt. Statt eines Einfallens gegen SO. findet man ein Gefälle gegen NW. oder horizontale Lagerung. „Bei der Gebirgserhebung zur Miocänzeit hat also die Stabilität der Albplatte dem von Süden her wirkenden Drucke nicht als Einheit Stand halten können, sonst müssten die höchsten Erhebungen am Nordrande liegen. Die nördliche Randzone brach ab und sank theilweise wieder gegen Norden ein. Auf der Grenze zwischen der nördlichen Zone und der Mittelzone liegt also seit alten Zeiten ein Hauptgebirgsbruch.“ (Regelmann.)

Der plötzliche Gefällswechsel zwischen Mittel- und Südzone hatte Schichtaufbrüche in der Streichrichtung (parallel dem Hauptbruchrande) zur Folge. Sie, wie auch die Querspalten, welche die einzelnen Schollen gegeneinander abgrenzten, gaben zur Thalbildung Anlass.

Auf den Südzonen der Juraschollen bezw. am Bruchrande gegen die Mittelzone lag nun die pliocäne Donau. Wo Längsbrüche existirten, garantirten sie gleichsam dem Fluss den Verbleib in seinem Bett, indem er hier, zumal wenn durch weiteres Nachsinken die Nordkante der Südzone gehoben wurde, langsam und sicher einschneiden konnte. Das sehen wir im Kirchenthal, welches auf einer Verwerfungsspalte liegt, und im Blauthal zwischen Schmiechen und Arnegg, welches durch Abknickung der Hochsträssplatte (Südzone) gegen die Mittelzone entstanden ist.

Auf der grossen Scholle, welche im Westen von der Lauchertspalte und im Osten von der Grossen Lauterspalte von der übrigen Schichttafel abgegrenzt ist, ist die Lage der ältesten Donau nicht ebenso sicher zu ermitteln wie zwischen Rechtenstein und Ulm. Hier existirte schon aus der Jura-

zeit her ein grosses Depressionsgebiet, das zur Tertiärzeit als Teutschbuchbecken mit Niederschlägen ausgefüllt wurde. Verschiedene Thatsachen lassen sich leichter erklären, wenn man annimmt, dass noch um die Wende der Tertiärzeit und eventuell bis ins ältere Diluvium in diesem Gebiet Nachsackungen am Südrande stattgefunden haben, welche zu weiterer Schiefstellung und Nachsinkung der Südzone führten. So möchte ich das Übergreifen der Altmoräne auf die Alb und den Austritt der Donau aus dem Jura bei Scheer damit in Zusammenhang bringen. Auch die Thatsache, dass die Donau, verstärkt durch die rechtsseitigen Gletscherflüsse, deren Wasser gleichsam hierher gelockt wurden, das Tertiärbecken bis auf den Weissen Jura ζ („Jurapforte“ Gugenhan's bei Riedlingen) ausräumen konnte, so dass der Gletscher ein relativ niederes Gebiet vorfand, erklärt sich vielleicht unter obiger Annahme. Ebenso, dass die Verlegung des ältesten Donaulaufes, der am Nordrande der Südzone, hinter dem Teutschbuch, lag, rasch bewirkt und die Vertilgung seiner Spuren sehr gefördert wurde.

Bis zum Emerberg (im Westen), der eine starke Geröllkuppe trägt, sind wir über die älteste Donau unterrichtet. Suchen wir hier anzuknüpfen. Die Zwiefalter Aach ist in ihrem Unterlauf als Ausflussrinne des nach SO. geneigten Zwiefalten-Hayinger ζ-Beckens anzusehen. Von Norden her mündeten das Glasthal, welches mehrere von der Höhe der Alb herabkommende Wasseradern zusammenfasste, von Westen her das Fridinger und das Kessel-Thal (mit dem heutigen Aachursprung) in die Mulde. Es ist wahrscheinlich, dass auch diese Thalzüge auf leichten Rissen im Gebirge angelegt wurden. Die Thalung längs dem Nordwestfuss des Teutschbuchs, die auf der Grenze der Süd- und Mittelzone verläuft, zeigt den alten Donaufluss an, der hier in 710—750 m (180—200 m über der Aach) genau im Streichen der Schichten von Sigmaringen her längs dem Teutschbuch strömte. Bei Zwiefalten bog er etwas aus dieser Richtung ab, ging über den Emerberg auf Rechtenstein zu und nahm bei Neuburg mit Eintritt ins Kirchenthal seinen Charakter als Schichtfluss wieder an. Bei Bingen und Hitzkofen habe ich Anzeichen zur Stütze dieses vermutheten Laufes gefunden.

Einmal das auffällige Knie der Lauchert an letztgenanntem Orte. Die Lauchertmündung lag ursprünglich hier; erst die Austrittspforte bei Scheer und die damit sich vollziehende Verlegung der pliocänen Donau in ihr heutiges Bett schuf diesen jähen Thalknick; die Lauchert eilte auf kürzestem Weg der verlegten Donau zu. Ganz dasselbe vollzog sich an der Grossen Lauter bei Lauterach. Auf den ε-Höhen zwischen Hitzkofen und Wilflingen finden sich hart an der Grenze der Altmoräne[1], die bis 670 m heraufgeht, in 680—690 m alte Gerölle, die wir wohl mit Recht für die Neogenschotter beanspruchen dürfen; sie gehören zur Gehängezone. Die Alte Donau zog, wie auch die Topographie wahrscheinlich macht, hier oben in der Richtung auf Wilflingen. Dort und auf der Halbinsel zwischen Lauchert und Donau sind durch postpliocäne Veränderungen die alten Formen der Landschaft völlig verwischt. Bei Sigmaringen ist kein Zweifel, dass der Fluss einst quer über die Halbinsel auf Bingen zuströmte, bei Wilflingen ist auch denkbar, dass er nach rechts ausbog und längs dem Südostrand des Teutschbuchs auf Rechtenstein zuging. Die alte Flussstrecke Sigmaringen—Zwiefalten—Rechtenstein scheint nicht lange (geologisch gesprochen!) benützt worden zu sein, sonst könnte man deutliche Anzeichen vorfinden. Die Gründe der Verdrängung aus dem Jura in tertiäres Gebiet und der Herstellung der jetzigen hydrographischen Verhältnisse zu Beginn der Diluvialperiode habe ich oben angedeutet.

Auf den Höhen des Teutschbuchs (wie des Landegrichtes) suchen wir vergeblich nach den Quarzgeröllen. Soll man annehmen, dass intensive Abspülung jede Spur etwaiger Ab-

[1] Vom Scheitelpunkt des Gletschers am Hochen bei Honstetten senkt sich die an den Jura angelehnte Altmoräne langsam und allmählich in nordöstlicher und südwestlicher Richtung zur Donau und zum Rhein. Am Hochen erreichte die Moräne ihre maximale Höhe mit beinahe 740 m, an die Donau tritt sie oberhalb Sigmaringen in 670 m Höhe heran (Penck). Auf Blatt Fridingen liegt die obere Grenze der Altmoräne in durchschnittlich 700 m. Alles, was tiefer liegt, ist von alpinem Schutt überdeckt, während die höheren Terraintheile frei davon sind. Dq auf Blatt Fridingen und Tuttlingen liegt daher ausserhalb des Bereichs des Rheingletschers und wir dürfen mit Recht den nicht alpinen, sondern danubischen Charakter auch auf die Schelklinger etc. Gerölle übertragen.

lagerungen beseitigt hat? Am Teutschbuch kann diese Arbeit während der grossen Eiszeit geleistet worden sein und ist höchst wahrscheinlich der Gletscher selbst für einen Theil dafür verantwortlich zu machen (cf. Gugenhan l. c.). Die seit der Pliocänzeit vor sich gehende Abtragung der weichen Kalke und Sande, deren Betrag und Wirksamkeit durch Überdeckung mit einer schützenden Schotterhülle einigermaassen vermindert wurde, erfuhr durch solche Ereignisse neue Verstärkung.

Teutschbuch wie Landgericht erscheinen als geschlossene, ziemlich intacte Tertiärmassive, in denen die Abspülung nicht sehr bedeutend war; sie mag 20—30 m betragen. Dagegen ist sie für kleinere, isolirte Tertiärinseln, wie z. B. den Österberg, einen Auslieger des Teutschbuches, oder den Hochberg bei Thalheim, rund doppelt so hoch anzusetzen (60—70 m), und zwar ist sie bei diesen zum grössten Theil diluvial, während die zusammenhängenden Tertiärgebiete in der Quartärperiode nur noch kleine Verluste erlitten haben.

Ueberblick.

Die älteste, pliocäne, Donau lag bis Ulm auf der Schichtlehne der Alb, in durchschnittlich 11 km Entfernung vom südlichen Bruchrande. So ist sie ein echter Weiss-Jurafluss, ein Randfluss der schwäbischen Alb, dessen Entstehung und erste Schicksale mit der Geschichte der Alb unzertrennlich verflochten sind. Die Thalgeschichte der obersten Donau hat Penck dargelegt. Entstanden aus jungmiocänen Anlagen, vom Gehänge des Schwarzwaldes herabeilend, wird sie von Geisingen an, wo sie heute in den Weissen Jura eintritt, zum Schichtfluss und folgt dem Generalstreichen der Alb. Dem Jura (bis Ulm) treubleibend, begann sie, gespeist durch die Wasseradern ihres weit nach NW. ausgedehnten Einzugsgebietes, in längeren Längen- und kürzeren Durchbruchsthälern ihr Bett auf der Juratafel einzugraben. Aber nicht an allen Punkten der durchmessenen Schollen war ihr ein sicheres Einschneiden ermöglicht. Nachsinkungen am Südrande der Südzonen, in denen die Depression des continentalen Miocäns gleichsam ausklang, sowie andere Factoren, wozu die Einengung des Einzugsgebietes infolge der Abbröckelung an der

Albstirnseite und Tieferlegung des rheinischen Flusssystemes, ferner die Anbahnung der heutigen hydrographischen Verhältnisse auf dem Alpenvorlande zu rechnen sind, wurden der bisherigen Position der Donau auf der Lehnenseite verhängnissvoll. Sie wurde gleichsam vom Jura herunter- und aus demselben herausgeworfen. An drei Stellen, die als schwache Punkte dort liegen, wo zwei Juraschollen längs einer Querspalte zusammenstossen, nämlich bei Scheer, Munderkingen und Ulm, brach der Fluss aus dem Jura aus. Er wurde jetzt zur Sammelader der von Süden hereilenden Gewässer. Diese, welche mit Beginn der Glacialzeit voll und reichlich strömten, drückten den Fluss hart dem Albrande an und verhinderten jedes Umherschweifen im tertiären Land.

Bei Ulm[1] scheint die Donau, das Querthal der unteren Blau benützend, von Anbeginn aus dem Jura ausgetreten zu sein; sie floss von hier nach Osten hin über tertiäres Gestein, mit welchem die gegen das Ries hin mehr und mehr sich fühlbar machenden Juraniederungen ausgefüllt worden waren. Erst östlich des Rieses tritt sie in der Neuburger Enge tief in den fränkischen Jura ein. Sie strömte dort durch das Wellheimer Trockenthal und das Thal der Altmühl. Bei Regensburg verlässt sie endgültig den Weissen Jura.

Sichtbare Spuren ihres einstigen Daseins hat die pliocäne Donau in den Quarzgeröllen hinterlassen. Die Herkunft der Quarze kann nicht zweifelhaft sein: sie entstammen zerstörtem Buntsandstein des Schwarzwaldes, speciell den Conglomeraten des Hauptbuntsandsteins. Die Quarzite müssen wir aus den Formationen des Deckgebirges (hauptsächlich ebenfalls aus dem Buntsandstein), z. Th. vielleicht auch aus dem Grundgebirge herleiten[2]. Die Masse der Quarze sowie das Fehlen von eruptiven Schwarzwaldgesteinen, Jurakalken und Muschelkalk erklärt sich aus dem sehr hohen Alter der Schotter. Es liegen für unsere Gerölle keinerlei Ausnahmebedingungen vor und sie machen keinerlei Ausnahme im System jungtertiärer Schotter, welche als fast reine Quarzanhäufungen geradezu ein circumterrestres Phänomen sind. Ich will als Stichprobe

[1] Vergl. p. 25 Anmerkung 1.

[2] Eine petrographische Untersuchung der sogen. Quarzite, welche ich vornehmen will, kann vielleicht nähere Aufklärung bringen.

und zum Schluss nur ein einziges Beispiel anziehen. De Lamothe[1] bezeichnet den älteren Deckenschotter als „Diluvium à éléments quartzeux“ und verwendet für ihn dasselbe Zeichen Dq. Den Ausführungen de Lamothe's, welcher das „Diluvium à éléments quartzeux“ aus den Flussgebieten der Mosel, des Ognon und Doubs, der Saône etc. beschreibt, kann man eine Reihe von Zügen entnehmen, die ebenso gut auf unsere Gerölle und Verhältnisse passen. Viele Sätze liessen sich wörtlich citiren.

Von Epinal abwärts sind die Hochebenen, welche die Mosel hier begleiten, von quarz- und quarzitischen Gesteinen und Höhenlehm bedeckt. Die Schotter liegen im Allgemeinen 60 m über dem Thalweg; ihr Alter ist als oberpliocän erkannt worden. Sie stammen aus dem „grès vosgien“ und dem „grès bigarré“. Zersetzte granitische Gerölle kommen immer mit den Quarzen vor, aber so selten, dass Hogard glaubte, sie fehlen überhaupt[2]. Die Gerölle liegen bald frei an der Oberfläche, bald stecken sie in einem ockergelben sandigen Thon; die grössten Gerölle haben 25—30 cm Durchmesser.

Westlich Nancy liegt das „Diluvium à éléments quartzeux“ ca. 150 m über der Meuse und de Lamothe schreibt sehr bezeichnend: „les galets sont roulés, paraissent exclusivement quartzeux et présentent des traces fréquentes d'altérations.“

Verzeichniss der benützten Literatur.

W. Branco, Vulcanembryonen. 1894. Jahreshefte d. Ver. f. Vaterl. Naturk. in Württ. 1894/1895.

Engel, Über die sogen. jurassische Nagelfluhe auf der Ulmer Alb. Jahreshefte 1882.

— Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 2. Aufl. 1896.

— Die Schwabenalb. 1897.

K. Endriss, Die Versinkung der oberen Donau zu Rheinischem Flussgebiet. Stuttgart 1900.

E. Fraas, Geognostische Beschreibung des Oberamts Ulm. Beschreibung des Oberamts Ulm. 1. Bd. 1897.

O. Fraas, Begleitworte zu Atlasblatt Ulm. 1866.

[1] De Lamothe, Note sur les terrains de transport etc. Bull. Soc. Géol. France. Bd. 25. 1897. p. 378.

[2] Dass die eruptiven Gesteine noch nicht ganz verschwunden sind, wird durch die relativ geringe Höhenlage der Gerölle bei ca. 380 m genügend erklärt.

Götz, Verlauf der diluvialen Eiszeit in Schwaben. Verh. XIII. Geogr.-Tages in Breslau.

v. Gümbel, Geologische Beschreibung von Bayern. 2. Bd. 1894.

Gugenhan, Zur Thalgeschichte der oberen Donau. Jahreshefte 1903.

Haag, Bemerkungen zum Diluvium in Rottweils Umgebung. Jahreshefte 1902.

— Zur Geologie von Rottweils Umgebung. Programm des Gymnasiums. 1897.

— Zur Thalgeschichte der oberen Donau. Centralbl. f. Min. 1903. No. 19.

Knickenberg, Die Nordgrenze des ehemaligen Rheingletschers. Jahreshefte 1890.

Koken, Löss und Lehm in Schwaben. Dies. Jahrb. 1900. II.

— Beiträge zur Kenntniss des Schwäbischen Diluviums. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XIV. 1901.

de Lamothe, Note sur les terrains de transport du bassin de la Haute-Moselle et de Quelques vallées adjacentes. Bull. Soc. Géol. France. 1897. **25**. I.

Penck u. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Lieferung 1—5. 1901—1903.

Penck, Thalgeschichte der obersten Donau. Schrift. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees. **28**. 1899.

Quenstedt, Begleitworte zu den Atlasblättern Blaubeuren, Ehingen, Fridingen, Tuttlingen, Ebingen.

C. Regelmann, Trigonometrische Höhenbestimmungen für die Atlasblätter Ehingen, Riedlingen, Fridingen und Tuttlingen. Württ. Jahrbücher für Statistik und Landeskunde 1877. Heft V.

Stoller, Die alten Flussschotter im oberen Neckargebiete. Dies. Jahrb. 1902. II.

Thürach, Über ein Vorkommen von Geschieben alpiner Gesteine bei Treuchtlingen nördlich des fränk. Jura. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1898.

1 : 600 000

10 5 0 10 20 30 40 km

Zeichenerklärung:

- Jura
- Tertiär
- Fluvioglaciales Feld des Illergletschers
- ..... Mutmasslicher Lauf der pliocänen Donau
- Grenze der Altmoräne des Rheingletschers

ÜBERSICHTSKARTE DES GEBIETES DER OBEREN DONAU.

Lit. u. Druck v. Wilh. C. Rübsamen, Stuttgart.

Dietrich: Donauschotter auf der Strecke Immendingen - Ulm.

Erklärung zu den Profilen auf Taf. II.

Bemerkung. Die Grenzflächen der tertiären Schichten gegeneinander sind schematisch, die des Weissjura gegen das Tertiär ist ideal. 10fache Überhöhung.

Fig. 1. Schnitt von SW.—NO. durch das Wippinger Lager.
„ 2. Schnitt in der Richtung Arnegg—Harthausen (senkrecht zum folgenden).
„ 3. Schnitt parallel dem Aufbruch der Erminger Platte durch die Klingensteiner Wälder.
„ 4. Schnitt von Söflingen—Mähringen durch den Oberen Eselsberg.
„ 5. Schnitt von W.—O. durch den Oberen Eselsberg.

Zeichenerklärung.

Weiss-Jura ε.

W.-Jura ζ.

Unterer Süsswasserkalk.

Marine Molasse (Graupensand).

Quarzgerölle.

Fig. 1.

Fig. 2.

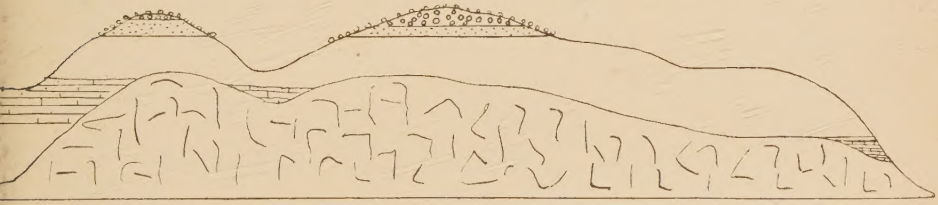

Fig. 3.

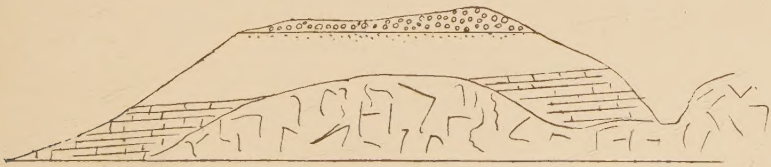

Fig. 4.

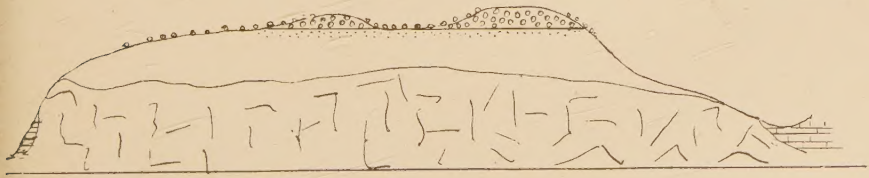

Fig. 5.

W. Dietrich, Aelteste Donauschotter auf der Strecke Immendingen—Ulm.

Druck von Carl Grüninger, Stuttgart.